



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 紙葉類の集積体を紙葉類集積板を介してバネ力によりピックアップおよびフィードローラに押圧し、このピックアップおよびフィードローラを回転することにより、ローラと紙葉類表面の摩擦を利用して、前記紙葉類を1枚ずつ分離し、前記フィードローラとこのフィードローラに対向し、紙葉類の複数枚繰出しを防止するために設けたゲートローラとのすき間から順に紙葉類を繰り出すように構成した紙葉類繰出し機構において、

前記フィードローラとゲートローラとの対向状態を可変調整する対向状態調整手段と、繰り出された紙葉類の搬送状態を検知する搬送状態検知手段と、

この搬送状態検知手段の出力を統計処理し、通過紙幣の搬送状態の平均値あるいは平均値と標準偏差値を求める統計処理手段と、

この統計処理手段の出力をもとにファジィ推論により、対向状態調整手段を駆動制御するための制御信号を生成するファジィ演算手段とを設け、前記統計処理手段からの出力値と目標値とのずれ量から前記フィードローラとゲートローラとの対向状態が適正状態からずれたことを検知した時、このずれ量をもとに、ファジィ推論により前記フィードローラとゲートローラの対向状態を適正状態に復帰するように前記対向状態調整手段を駆動制御することを特徴とする紙葉類繰出し調整機構。

【請求項2】 前記搬送状態検出手段から検出され、前記統計処理手段で処理される搬送状態の情報は通過紙幣の搬送間隔と斜行量であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の紙葉類繰出し調整機構。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は紙幣、小切手、カット用紙などの紙葉類（以下、単に紙幣と言う）を1枚ずつ繰り出し、走行させながら、その通過、枚数、真偽および金種などを検出する複数の光学センサおよび磁気センサを備えた紙葉類自動取扱い装置における紙葉類繰出し調整機構に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、銀行等の金融機関の窓口業務合理化のため、自動入金機や自動出金機あるいは自動入出金機（以下、これらの機器を総称して紙幣自動取扱い装置と言う）が使用されている。

【0003】一般に、紙幣自動取扱い装置は紙幣を1枚ずつ分離し、繰り出す紙幣繰出し機構と、繰り出された紙幣をベルトやローラなどで所定の場所へ搬送する紙幣搬送系と、搬送中の紙幣の通過、枚数、真偽および金種などを認識判別するために不可欠な情報である光学的パターン、磁気量パターンを検出する複数のセンサが配置

2

されている紙幣認識部と、認識部で正規紙幣と判断された紙幣を金種ごとに保管しておく紙幣収納部と、正規紙幣と判断されず、リジェクトされた紙幣を保管しておくリジェクトプールとを備えている。

【0004】このような紙幣自動取扱い装置においては、従来より、（A）処理の高速化、（B）高信頼化、（C）高安定化、（D）小型、低価格化、が要求されている。つまり、高速で、正確に紙幣の真偽、金種、枚数、折れ曲がり状態などを判別でき、しかも、紙幣が途中で折れ曲がったり、破損したりせず、紙づまりによる機能の停止がない高信頼、高安定で、小型、低価格の紙幣自動取扱い装置が要求されている。特に、金融機関における営業時間（運用時間）の延長、完全週休2日制の実施などによる休日運用や無人化運用にともない故障による機能停止ができるだけ少ない高安定、高信頼な装置が望まれている。このような、紙幣自動取扱い装置においての安定性や紙幣処理能力は、紙幣の分離、搬送状態に大きく左右される。

【0005】紙幣を1枚ずつ分離し、順に繰り出す紙幣繰出し機構としては、一般に、紙幣の集積体をバネ力により紙幣集積板を介してピックアップおよびフィードローラに押圧し、このピックアップおよびフィードローラを回転させることにより、ローラと紙幣表面の摩擦を利用して紙幣を1枚ずつ順に、フィードローラとフィードローラに対向して設けたゲートローラとのすき間から繰り出すように構成した、いわゆる摩擦分離型紙幣繰出し機構が用いられているが、積載された紙幣を分離する際に、紙幣が斜めに繰り出されたり（以下、斜行と言う）、紙幣の搬送間隔（以下、紙幣間隔と言う）に異常をきたしたり、あるいは、一度に、複数枚の紙幣が繰り出されたり（以下、重走と言う）することがあった。

【0006】紙幣が斜行したまま搬送されると、斜行した紙幣の角が搬送中に、装置筐体と接触したり、搬送系内の分岐点を通る際に、紙幣の角が搬送ローラやベルトに異常に衝突したりして、斜行量が増大したり、紙幣が折れ曲がったり、大きなしわが発生したり、さらには、破損したりすることがあるため、紙づまりが発生しやすくなる。また、紙幣間隔の異常は、処理速度に大きな影響を与えるし、重走が起こった場合には、搬送経路内のゲート部や分岐点などで紙づまりが非常に発生しやすくなる。このため、紙幣認識精度の低下、あるいは認識不能、さらには搬送経路内での紙づまりによる機能停止が起こりやすくなる。例えば、紙幣間隔の異常は、処理速度に大きな影響を与えるし、斜行や重走は、紙幣判別力を著しく損なうばかりか、搬送経路内での紙づまりによる機能停止を引き起こすことである。さらに、重走が発生した場合にも同様に、紙幣判別精度の著しい低下や紙づまりが多発していた。このため、紙幣の斜行や紙幣間隔の異常を調整するために、現在では斜行補正装置を設けた紙幣繰出し機構が主流となっている。

3

【0007】このような斜行補正装置によって斜行量と紙幣間隔の調整を行なうときは、熟練した操作者が適当数量の調整用基準紙葉類などを搬送させて、その状態を目視によって確認し、確認後、搬送を停止させて、調整ねじを回して調整するという操作を繰り返して調整を行っていた。

【0008】しかし、このような調整操作と確認動作を繰り返し行なうことは面倒であり、また、操作がすべて人為的になされるため、調整作業に正確さがかけるといふ不具合を招いていた。そこで、上記の課題を解決する10 ための紙幣繰出し機構としては、例えば特公平2-46993号公報で提案されているように、紙幣が送り出される搬送路の幅方向に対して間隔を以て設けられ、紙幣に対して抵抗を与える少なくとも一対の抵抗ローラ（例えば、ゲートローラ）と、この抵抗ローラの抵抗（例えば、フィードローラとゲートローラ間のすき間量、あるいはフィードローラとゲートローラの圧接力）をそれぞれ調整して、紙幣の斜行および紙幣間隔を補正する補正機構を有する紙幣搬送装置において、通常の現金処理を行なうための現金処理モードと抵抗ローラの調整を行な20 うための調整モードとを切り替えるモード切り替えスイッチと、搬送路の幅方向に対して間隔を以て設けられ、紙幣の通過の有無を検知する複数の検知器と、これら検知器の出力信号に基づいて紙幣の搬送状態を検知し、紙幣の搬送状態に関するデータを出力する判別部と、前記モード切り替えスイッチが調整モードを選択している時に、所定枚数の紙幣を搬送路上に搬送させて、前記判別部から出力されたデータを、予め設定しておいた基準データと比較することにより、紙幣の搬送状態を判断すると共に、その判断結果を表示部に表示させる制30 御部とを設けたもので、これにより、判定部において、検知器からの出力信号に基づき紙幣の搬送状態、例えば、各紙幣の斜行量、紙幣間隔などが判別され、さらに、制御部において、判別部から出力した搬送状態に関するデータを基準データと比較することにより、斜行の有無、紙幣間隔の良否などの情報が表示部に表示されるので、操作者が表示部に表示された情報を参照することによって、補正装置を操作して紙幣に対して抵抗を与える抵抗ローラの調整を容易に、かつ確実に行なうものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成の従来の紙葉類繰出し調整機構では、(A)繰出し状態の調整は、使用初期において調整されるが、環境状態の変化や経年変化などで抵抗ローラによる抵抗値が変化し、繰り出し状態が初期設定からズレてくるため、定期的に保守点検して再調整が必要となるが、保守点検は期間を短かく設定しないとう有効性が得られないので、管理作業が大変煩わしいこと、(B)斜行、紙幣間隔のデータが表示されても、そのデータをもとに抵抗ローラの40

4

調整を最適に行なうのは非常に難しく、熟練者の経験や勘に頼るところが多く、しかも熟練者でさえ何回もの試行錯誤を行なわないと良好な調整が行えないため、効率が悪いこと、などの問題点があった。

【0010】本発明は、このような摩擦分離型紙葉類繰出し調整機構における問題点を解決すること、すなわち、紙幣の繰出し状態に変化が生じたとき、これを自動的に検知し、適正状態に自動的に調整して、紙幣間隔の異常変動や紙幣の斜行、複数枚繰出しを防止し、しかも、作業員による保守点検や再調整をなくした、高速で、安定した繰出しを可能にする紙葉類繰出し調整機構を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る紙葉類繰出し調整機構は紙幣が送り出される搬送路中に搬送路の幅方向に対し間隔をおいて設けた検出手段で、紙幣の通過の有無、通過紙幣の紙幣間隔および斜行量などの紙幣搬送状態を検出し、これらの検出信号を統計処理し、通過紙幣の紙幣間隔の平均値、斜行量の平均値あるいは平均値と標準偏差値をもとにファジィ演算し、紙幣間隔および斜行量が目標値になるように、フィードローラとゲートローラの左右のすき間量あるいは圧接力を自動調整するものである。

【0012】

【作用】本発明は環境状態の変化や経年変化などで紙幣の特性や機構部材の特性が変わり、紙幣繰出し状態が初期設定値（目標値）からずれても、紙幣繰出しゲート部の左右のすき間量を最適な状態になるように自動調整することができるため、紙幣間隔異常や斜行、重走の無い安定な繰出しを実現することができる。

【0013】

【実施例】図1は本発明に係る紙葉類繰出し調整機構の一実施例の構成を示す側面図であり、図2は図1のA方向から見た正面図である。図において、1は紙幣2を集積する紙幣集積板、3は紙幣2を紙幣集積板1を介してピックアップローラ4に押圧するバネ、5A、5Bおよび5Cは紙幣2が繰出される方向に設けたフィードローラ、6A、6Bはこのフィードローラ5Aに対向して設けたゲートローラであり、図示していないが、反繰出し方向に40 回動を許容する一方クラッチを介して下記のアームに軸支持される。7A、7Bは軸8に枢着し、揺動可能に設けたアーム、9A、9Bはこのアーム7の下部に設け、すき間量（あるいは圧接力）を調整するための調整用モータであり、この調整用モータ9A、9Bの回転軸10A、10Bの先端はアーム7A、7Bの下面に接している。11A（11Bは図示せず）はそれぞれアーム7A、7Bの一端を調整用モータ9A、9B側に付勢するバネ、12A、12Bは紙幣2が送られる搬送路中に、搬送路の幅方向に対して間隔をおいて設けられた発50 光素子、13A、13Bはこの発光素子12A、12B

5

に対向し、かつ搬送路の幅方向に対して間隔をおいて設けられた受光素子、14A、14Bは受光素子13A、13Bからの信号をそれぞれ処理する第1信号処理回路および第2信号処理回路、15は第1信号処理回路14Aの出力信号Saと第2信号処理回路14Bの出力信号Sbから、通過紙幣1枚毎の斜行量、斜行方向および通過紙幣間の紙幣間隔を演算処理によって求め、その結果を下記の統計処理部に出力するデータ処理部、16はこのデータ処理部15から出力される通過紙幣の斜行状態データ（斜行量、斜行方向）および搬送間隔データを蓄積し、データの個数（通過紙幣枚数）Nが、ある値（例えば、1,000個あるいは10,000個）になると、このN個のデータを統計処理し、斜行量の平均値、紙幣搬送間隔の平均値および標準偏差を算出して出力する統計処理部、17は通過紙幣の斜行量の平均値、紙幣間隔の平均値および標準偏差をもとに、ファジィ演算を行なうファジィ演算部であり、詳しくは、斜行量および紙幣搬送間隔のそれぞれの平均値、標準偏差が、目標値からどの程度離れているか、例えば、斜行量の平均値が目標値とほぼ同じなのか、少し右（あるいは、左）に斜行しているのか、中ぐらい右（あるいは、左）に斜行しているのか、それとも、大きく右（あるいは、左）に斜行しているのか、さらに、紙幣間隔の平均値が目標値からどのくらいずれているか、例えば、目標値とほぼ同じなのか、それとも、目標値より広がっているのか（あるいは、狭まっているのか）、そして、その程度は、少しなのか、中ぐらいなのか、大きいのかを判断し、斜行量や紙幣間隔の平均値が目標値に近づくように、紙幣繰出しゲート部の左右のすき間を調整するための調整用モータ9A、9Bの駆動量をファジィ推論（例えば、図9に示すmin-max-重心法）により求めることができる。18Aおよび18Bはこのファジィ演算部17からの信号により、調整用モータ9A、9Bをそれぞれ駆動し、フィードローラ5A、5B、5Cとゲートローラ6A（6B、6Cは図示せず）とのすき間（図2に示すXL、XR）を左右独立に制御する第1モータ駆動回路および第2モータ駆動回路である。

【0014】次に、上記構成による紙幣類繰出し調整機構の動作について説明する。

【0015】まず、紙幣2は紙幣集積板1を介してパネ3によりピッカーローラ4に押圧されているので、このピッカーローラ4の回転により、紙幣2が繰出される。この繰出された紙幣2はフィードローラ5A、5B、5Cとゲートローラ6A、6Bで構成される紙幣繰出しゲート部を通過し、既知の速度Vで搬送されていく途中、搬送経路の中心線に対して左右に等間隔ずつ離れて設けられた2組の発光・受光素子12A・13A、12B・13B間を通過する際に、光路を遮る。そして、これら受光素子13A、13Bからの信号はそれぞれ第1信号処理回路14A、14Bで処理し、出力信号Sa、Sbを

6

出力する。この出力信号Sa、Sbは紙幣が通過していない時、つまり、発光素子12A、12Bからの光が遮られず、直接それぞれの受光素子13A、13Bに入射する時は、Lレベル（例えば0V）を示し、搬送紙幣により受光素子13A、13Bへの光が遮られている時は、Hレベル（例えば5V）を示す。そして、紙幣が斜行なく搬送されていれば、2組の発光・受光素子の光路が紙幣によって遮られるのは同時であるが、紙幣が右先行か、左先行に斜行して搬送されていると、左右の発光・受光素子の光路が紙幣によって遮られるのに時間差が発生する。例えば、紙幣が斜行し、右先行で搬送されていると、右側の発光・受光素子12A・13Aの光路の方が、左側の発光・受光素子12B・13Bの光路よりも早く搬送紙幣によって遮光されるため、出力信号Saが、先ずLレベル→Hレベルに変わり、次に出力信号SbがLレベル→Hレベルに変わり、紙幣の通過が終る時は、右側の発光・受光素子12A・13Aの方が、同様に、先に紙幣により遮光されなくなるため、出力信号SaがHレベル→Lレベルに変わり、次に、出力信号SbがHレベル→Lレベルに変わる。逆に、紙幣が左先行で搬送されれば、左側の発光・受光素子12B・13Bの光路の方が、右側の発光・受光素子12A・13Aの光路より先に遮光されるため、出力信号SbがLレベル→Hレベルに変わり、続いて、出力信号SaがLレベル→Hレベルに変わる。また、紙幣が通過し終る時は、左側の発光・受光素子12B・13Bの光路の方が、右側の発光・受光素子12A・13Aの光路よりも先に、遮光されなくなるため、出力信号SbがHレベル→Lレベルに変わり、次に、出力信号SaがHレベル→Lレベルに変わる。このように、第1信号処理回路14Aの出力信号Saと第2信号処理回路14Bの出力信号Sbにより、紙幣が斜行して搬送されているか、否か、また、紙幣が斜行されて搬送されているとすれば、左右どちらに斜行しているか、さらに、斜行量は何度かが測定できるし、通過紙幣間の紙幣間隔も検出できる。図3-(a)は先頭の紙幣3Aが右に斜行（右先行）し、次の紙幣3Bが左に斜行（左先行）して、2組の発光・受光素子間を通過していく様子を示し、図3-(b)はその時の出力信号Sa、Sbの時系列波形である。この紙幣3A、3Bおよび3Cは、速度Vで、右から左に搬送されており、紙幣3Aおよび3Bはすでに、発光・受光素子12A・13A、12B・13B間を通過している。また、発光・受光素子は、搬送経路の中心線に対して、左右等間隔に離れてあり、左右の発光素子12A・12Bあるいは受光素子13A・13B同志の間隔は既知で1mmである。そして、前記したように、紙幣が左右どちらに斜行しているかは、信号Sa、Sbのどちらが先にLレベル→Hレベルに変わるかで判断できる。例えば、図3-(b)に示すように、紙幣13Aでは出力信号Saの立ち上がり、出力信号Sbの立ち上がりよ

7

り前であり、紙幣13Bでは、出力信号Sbの立ち上がり、出力信号Saの立ち上がりより前であるから、紙幣13Aは右先行で搬送されており、紙幣13Bは左先行で搬送されていることがわかる。

【0016】また、紙幣搬送速度Vは一定であるため、斜行量と左右の発光、受光素子が遮光される時間差は比例関係にあるので、出力信号SaのLレベル→Hレベルの立ち上がり出力信号SbのLレベル→Hレベルの立ち上りの時間差 $\Delta t \text{ sec}$ より、搬送速度V (m/s)、右側の受光素子13Aと左側の受光素子13Bの間隔1mmが既知であるため、斜行量 $\theta^\circ$ は  

$$\theta = \tan^{-1}(\Delta t \times V) / l$$
 で求めることができる。

【0017】また、紙幣間隔Lmmは、出力信号Saと出力信号Sbのノア(NOR)信号 $\Delta T \text{ sec}$ から得られ、  

$$L = \Delta T \times V$$
 で求めることができる。

【0018】このようにして、データ処理部15は第1信号処理回路14Aからの出力信号Saと第2信号処理回路14Bからの出力信号Sbの入力により、通過紙幣1枚毎の斜行量 $\theta^\circ$ 、斜行方向および通過紙幣間の紙幣間隔Lmmを算出して統計処理部16に出力する。

【0019】そこで、この紙幣統計部16は入力する通過紙幣の斜行状態データ(斜行量、斜行方向)および搬送間隔データを蓄積し、斜行量の平均値、紙幣搬送間隔の平均値および標準偏差をそれぞれ算出するが、通過紙幣の斜行量と紙幣間隔をそれぞれ統計処理するときのヒストグラムを図4および図5に示す。

【0020】この図4はフィードローラ5A~5Cと左右のゲートローラ6A、6Bのすき間量XR、XLが調整されている状態の時のヒストグラムであり、図5はフィードローラ5A~5Cと左右のゲートローラ6A、6Bの左右のすき間量XR、XLが大きすぎる状態の時のヒストグラムである。

【0021】なお、図4-(A)、図5-(A)は紙幣間隔のヒストグラムであり、横軸は紙幣間隔を示し、中心線は紙幣間隔の初期設定値(目標値)を示し、中心線より右へ行くほど紙幣間隔が長くなったことを示し、左へ行くほど紙幣間隔が短くなったことを示し、縦軸は発生頻度を示す。また、図4-(B)、図5-(B)は斜行量のヒストグラムであり、横軸は斜行量を表わし、中心線は斜行量が $0^\circ$ を示し、中心線より右へ行くほど右先行で斜行量が増大し、左へ行くほど左先行で斜行量が増大する。縦軸は発生頻度を示す。

【0022】このようにして、統計処理部16は紙幣間隔の平均値 $L1$ および斜行量の平均値 $\theta1$ をファジィ演算部17に出力する。

【0023】ここで、ファジィ演算部17で用いるメンバーシップ関数の一例を図6に示す。まず、図6-

8

(A)および図6-(B)は前件部の2つのファジィ変数に対応するメンバーシップ関数であり、特に図6-

(A)は紙幣間隔Lに対応するものであり、図6-(B)は斜行量 $\theta$ に対応するものである。図6-(C)は後件部の調整用モータ9A・9Bへの制御量に対するメンバーシップ関数を示している。このメンバーシップ関数は1例であり、例えば斜行量に関しては図6-(D)に示すメンバーシップ関数を用いてもよい。また、釣鐘型や台形などの他の任意の形状を用いてもよい。

【0024】なお、実施例では前件部のメンバーシップ関数を2個示したが、前件部のファジィ変数が増えれば、メンバーシップ関数もその分増える。

【0025】また、図6-(A)~図6-(D)において、縦軸はメンバーシップ値を示し、横軸はファジィ変数値を示す。この図6-(A)の横軸は紙幣間隔(Lmm)、図6-(B)の横軸は斜行量( $\theta^\circ$ )、図6-(D)の横軸は調整用モータ9A・9Bへの制御量(P)である。

【0026】また、NB、NM、・・・PBはラベルであり、各ラベルは  
 (紙幣間隔Lについては)

NB: 紙幣間隔が目標値よりかなり狭まっている。

【0027】NM: 紙幣間隔が目標値より中程度に狭まっている。

【0028】NS: 紙幣間隔が目標値より少し狭まっている。

【0029】ZR: 紙幣間隔が目標値とほとんど同じである。

【0030】PS: 紙幣間隔が目標値より少し広がっている。

【0031】PM: 紙幣間隔が目標値より中程度に広がっている。

【0032】PB: 紙幣間隔がかなり広がっている。

【0033】(斜行量 $\theta$ については)

NB: 左に大きく斜行している。

【0034】NM: 左に中程度に斜行している。

【0035】NS: 左に少し斜行している。

【0036】ZR: ほとんど斜行していない。

【0037】PS: 右に少し斜行している。

【0038】PM: 右に中程度に斜行している。

【0039】PB: 右に大きく斜行している。

【0040】(制御量Pについては)

NB: 調整用モータを大きく負方向に駆動する。

【0041】NM: 調整用モータを中程度に負方向に駆動する。

【0042】NS: 調整用モータを少し負方向に駆動する。

【0043】ZR: 調整用モータをほとんど動かさない。

【0044】PS：調整用モータを少し正方向に駆動する。

【0045】PM：調整用モータを中程度に正方向に駆動する。

【0046】PB：調整用モータを大きく正方向に駆動する。

【0047】ただし、「正方向に駆動する」とは、紙幣繰出しゲート部のすき間が広がる方向に調整用モータを回転させることであり、「負方向に駆動する」とは、紙幣繰出しゲート部のすき間が狭まる方向に調整用モータを回転させることとする。

【0048】このようなメンバーシップ関数をもとに、ファジィ演算部17では、以下の様に設定された推論ルールを用いて推論が行なわれる。

【0049】(ルール1) もし (if)、紙幣搬送間隔が目標値よりかなり広がっており、( $L=PB$ )、かつ (and) 左に大きく斜行して搬送されている ( $\theta=NB$ ) ならば (then)、左の調整用モータ9Aはほとんど動かさず ( $P1=ZR$ )、右の調整用モータ9Bは大きく正方向に動かす ( $Pr=PB$ )。

【0050】(ルール2) もし (if)、紙幣搬送間隔が目標値より中程度に広がっており ( $L=PM$ )、かつ (and) 左に中程度斜行して搬送されている ( $\theta=NM$ ) ならば (then)、左の調整用モータ9Aはほとんど動かさず ( $P1=ZR$ )、右の調整用モータ9Bは中程度に正方向に動かす ( $Pr=PM$ )。

【0051】(ルール3) もし (if)、紙幣搬送間隔が目標値より少し狭まっており ( $L=NS$ )、かつ (and)、左に少し斜行して搬送されている ( $\theta=NS$ ) ならば (then)、左の調整用モータ9Aは少し負方向に駆動し ( $P1=NS$ )、右の調整用モータ9Bはほとんど動かさない ( $Pr=ZR$ )。

【0052】以下、同様にルールを設定し、この設定したルールをマトリックスの表にまとめたものが図7であり、図7-(A)が左の調整用モータ9Aに対応するルール表であり、図7-(B)が右の調整用モータ9Bに対応するルール表である。図7中のラベルは図6のそれぞれのメンバーシップ関数ラベルと同じである。

【0053】このような操作により、紙幣繰出しゲート部の左右のすき間が最適に調整されていると、紙幣走行状態検出部を通過した紙幣の紙幣間隔と斜行量を統計処理し、ヒストグラムにして表わすと、図4に示すようになり、紙幣間隔の平均値、斜行量の平均値ともに、目標値 ( $L_0$ 、 $\theta_0$ ) になり、データのバラツキも少ない (標準偏差が小さい) が、左右のすき間量がずれている時、例えば、左のすき間量は、ほぼ最適に調整されているが、右のすき間量が最適値より中程度に広ろがっている時は、図5のようなヒストグラムになり、紙幣間隔の平均値、斜行量の平均値はそれぞれ目標値からずれるばかりか、斜行量においては、データのバラツキも大きく

なる。

【0054】そこで、統計処理部16から出力するこの時の紙幣間隔の平均値を  $L_1$ 、斜行量の平均値を  $\theta_1$  とし、ファジィ演算部17で演算処理するとき、その前件部の紙幣間隔に対応するメンバーシップ関数  $f_i$

( $L$ )、斜行量に対応するメンバーシップ関数を  $g_i$  ( $\theta$ ) とし、後件部のモータの制御量に対応するメンバーシップ関数を  $h_i(P)$  とする。ただし、 $i=1, 2, 3, \sim, 7$  であり、ラベルのNB、NM、NS、 $\sim$ 、PBに順に対応している。つまり、前件部の紙幣間隔に対応するメンバーシップ関数のNBは  $f_1(L)$ 、NMは  $f_2(L)$ 、 $\sim$ 、PBは  $f_7(L)$  で表わし、斜行量に対応するメンバーシップ関数のNBは  $g_1(\theta)$ 、NMは  $g_2(\theta)$ 、 $\sim$ 、PBは  $g_7(\theta)$  で表わす。なお、後件部に関しても同様である。

【0055】いま、統計処理部16からファジィ演算部17に  $L_1$ 、 $\theta_1$  が入力すると、このファジィ演算部17は、下記の手順により調整用モータ9A、9Bの操作量を推定し、第1モータ駆動回路18Aおよび第2モータ駆動回路18Bへ出力する。この手順を図8および図9を用いて説明する。

【0056】(ファジィ演算手順)

(A) まず、ルール1での出力を求める。

【0057】(A-1) ルール1は、もし (if)、紙幣搬送間隔が目標値よりかなり広がっており ( $L=PB$ )、かつ (and) 左に大きく斜行して搬送されている ( $\theta=NB$ ) ならば (then)、左の調整用モータ9Aはほとんど動かさず ( $P1=ZR$ )、右の調整用モータ9Bは大きく正方向に動かす ( $Pr=PB$ ) であるから、実際に、 $L=L_1$ 、 $\theta=\theta_1$  が入力された時の値 (適合度) をそれぞれ  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  とすると、 $\alpha_1=f_1(L_1)$ 、 $\beta_1=g_7(\theta_1)$  で求めることができる。

【0058】(A-2) 適合度  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  を比較し、小さい方の値が後件部の  $h_1(P)$  を頭切りする。本説明では図8に示すように、 $\alpha_1 < \beta_1$  なので、 $\alpha_1$  の値で後件部の  $h_1(P)$  を頭切りし、同図の斜線部で示すような台形部  $C_1$  を得る。

【0059】(B) ルール2での出力を求める。

【0060】(B-1) ルール2は、もし (if)、紙幣搬送間隔が目標値より中程度に広がっており ( $L=PM$ )、かつ (and) 左に中程度斜行して搬送されている ( $\theta=NM$ ) ならば (then)、左の調整用モータ9Aはほとんど動かさず ( $P1=ZR$ )、右の調整用モータ9Bは中程度に正方向に動かす ( $Pr=PM$ ) であるから、 $\alpha_2=f_2(L_1)$ 、 $\beta_2=g_5(\theta_1)$  で求めることができる。

【0061】(B-2) 今度は、 $\alpha_2 > \beta_2$  なので、 $\beta_2$  の値で、後件部  $h_2(P)$  を頭切にし、台形部  $C_2$  を得る。

【0062】(C) この操作を各ルール (ここでは23



## 11

ルール) に対して行い、各ルール毎に出力した台形部を論理和し、その論理和した部分(図9)の重心(記号G)を推論の確定値として出力する。この方法はmin-max-重心法と呼ばれている。

【0063】なお、以上の説明では、右の調整用モータ9Aへの操作量を求める手順を示したが、左の調整用モータ9Bに対する出力も同様な手順で求めることができる。

【0064】このようにして求められた操作量は、第1モータ駆動回路18A、第2モータ駆動回路18Bに入力し、駆動信号として調整用モータ9A、9Bに出力する。このため、この調整用モータ9A、9Bは独立に制御され、紙幣繰出しゲート部の左右のすき間量を調整することができる。

【0065】このため、紙幣間隔の異常や斜行、重走のほとんどない、安定な搬送が実現でき、特に、紙幣の分離、搬送時の特性は、環境変化や経年変化などにより変化するため、定性的には把握できても、定量的に把握するのは非常に難しく、制御のためのモデル化は、現実的には、ほとんど不可能であるし、紙幣などの紙葉類は、温湿度等の環境条件やその流通過程での状態の変化などにより、特性が一意に決まらないため、紙葉類の分離、搬送制御を従来の方法、例えばPID制御などで代表される古典制御理論や状態空間で議論される現代制御理論の方法を用いて行なうことは非常に難しく、大きな労力を必要とするが、ファジ理論を用いることにより、装置の物理モデルを求めることなく、特性を言語表現により記述し処理できるため、比較的容易に、しかも安定な制御系を実現することができる。

【0066】また、以上の説明では、前件部のファジ変数を紙幣間隔の平均値と斜行量の平均値の2つとしたが、これに限定せず、さらに、それぞれの標準偏差を用いて、4つのファジ変数で処理を行なってもよいことはもちろんである。

【0067】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に係る紙葉類繰出し調整機構によれば、紙幣繰出し部から繰出された紙幣の走行状態を紙幣搬送経路内に設けた複数の検出器で検出し、この検出信号から通過紙幣1枚毎の紙幣間隔および斜行量を求め、それぞれのデータを蓄積し、定期的(例えば、千枚単位あるいは1万単位)に統計処理を行い、処理結果である紙幣間隔の平均値と斜行量の平均値あるいは平均値と標準偏差の目標値からのずれ量をもとに、紙幣繰出しゲート部の左右のすき間量が最適な状態になるように、ファジ推論によりすき間調整用モータへの制御信号を算出するため、環境状態の変化や経年変化などで紙幣の特性や機構部品の特性が変わり、紙幣繰出し状態が初期設定値(目標値)からずれ

## 12

てきても、すき間量の自動調整を行なうため、紙幣間隔異常や斜行、重走のほとんどない、安定な搬送を実現することができるため、(A)紙幣間隔異常や斜行、重走による紙幣認識精度の低下や紙づまりによる機能停止がなくなる。(B)保守点検を頻繁に行なわなくとも、高信頼性、高安定性が確保できるため、保守点検期間を長く設定でき、管理作業が楽になる。(C)熟練者による何回もの試行錯誤を行なって、最適状態を求めなくても、ある程度調整されていれば、あとは、自動的に最適値になるため、熟練者の経験や勘に頼らなくても調整が簡単に行なえるので、工数が削減でき、効率も上がるため、コスト削減ができる。(D)個人差による調整差がなくなるため、製品間のバラツキの少ない均一な特性の装置を提供できるので、休日運用や無人化運用にも充分耐えられる故障による機能停止のない(稼働率の高い)装置を実現することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る紙葉類繰出し調整機構の一実施例の構成を示す側面図である。

【図2】図1のA方向から見た正面図である。

【図3】紙幣間隔、斜行量および出力信号の関係を示す図である。

【図4】通過紙幣の紙幣間隔と斜行量を統計処理したヒストグラムで示した図である。

【図5】通過紙幣の紙幣間隔と斜行量を統計処理したヒストグラムで示した図である。

【図6】図1のファジ演算部で用いるメンバーシップ関数を示す図である。

【図7】図1のファジ演算部に設定したファジルールを表形式で示した図である。

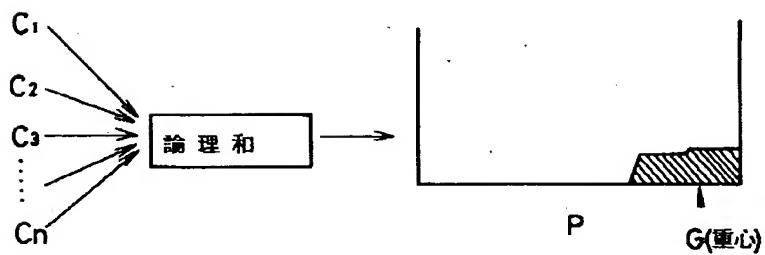
【図8】min-max-重心法によるファジ推論方法を説明するための図である。

【図9】min-max-重心法によるファジ推論方法を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 紙幣集積板
- 2 紙幣
- 5A~5C フィードローラ
- 6A ゲートローラ
- 9A、9B 調整用モータ
- 12A、12B 発光素子
- 13A、13B 受光素子
- 14A、14B 信号処理回路
- 15 データ処理部
- 16 統計処理部
- 17 ファジ演算部
- 18A、18B モータ駆動回路

【図9】



ファジィ推論方法を説明するための図



【図2】

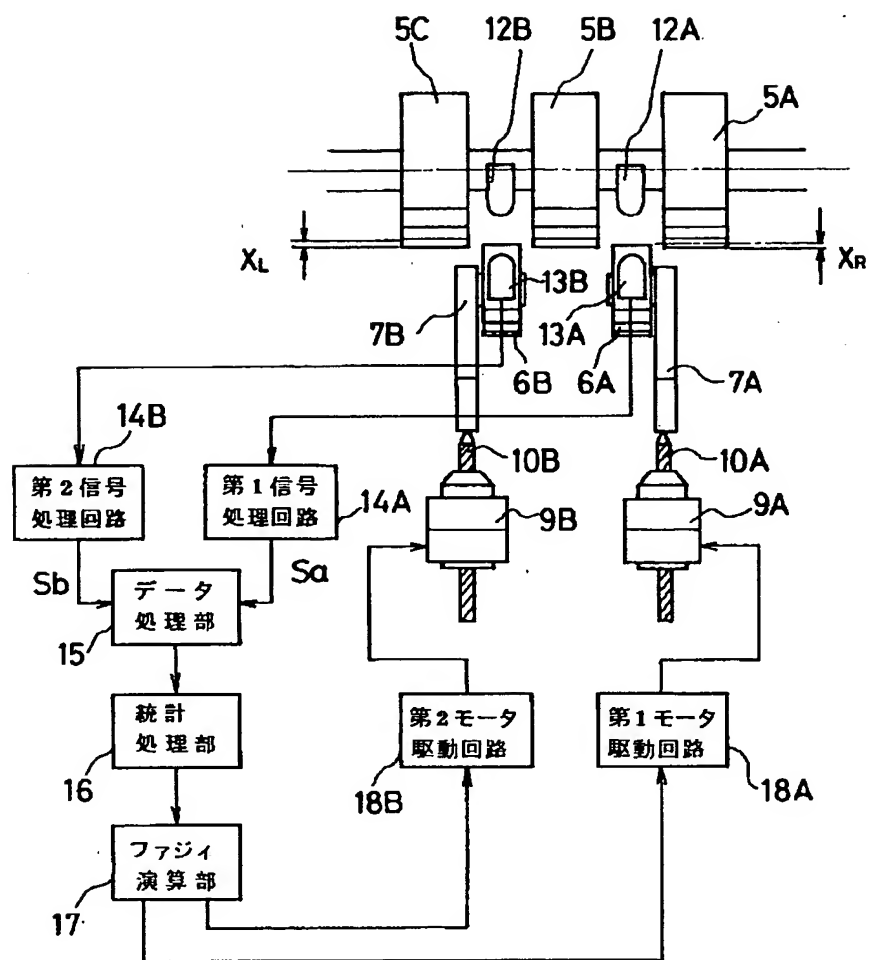
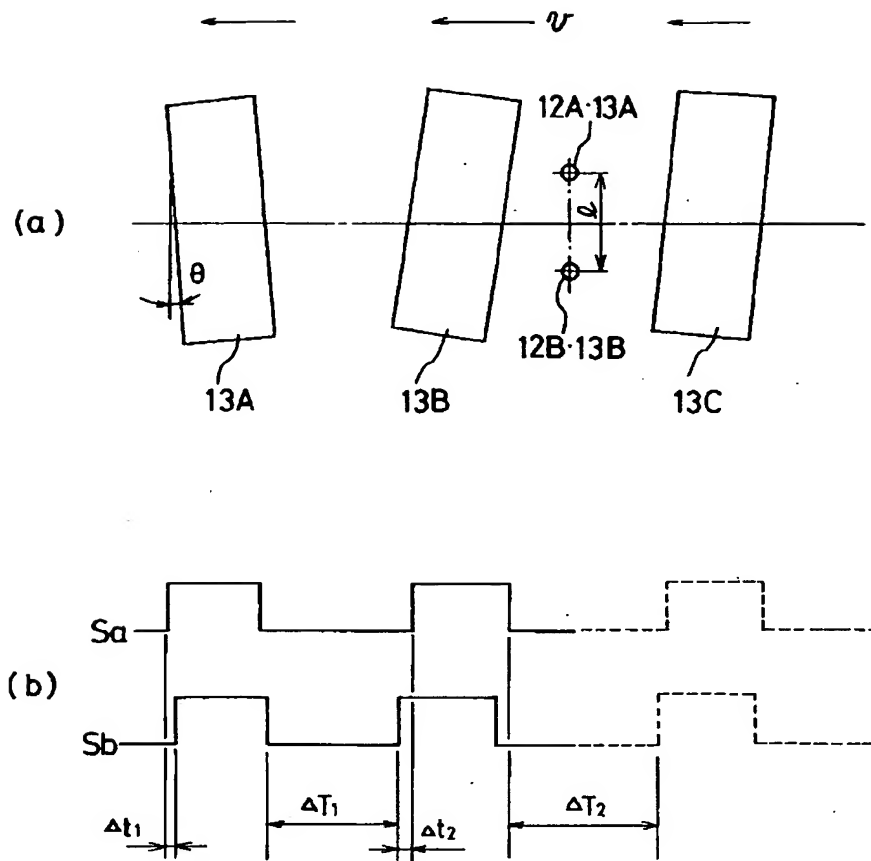


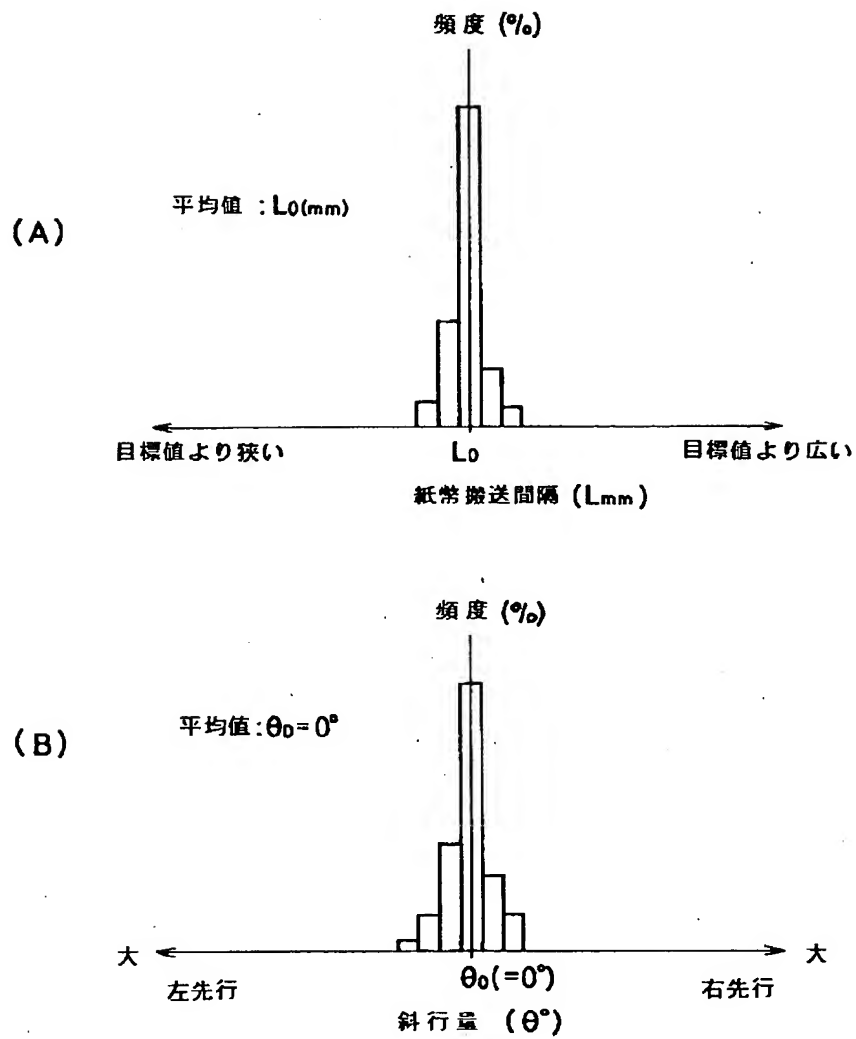
図1のA方向から見た正面図

【図3】



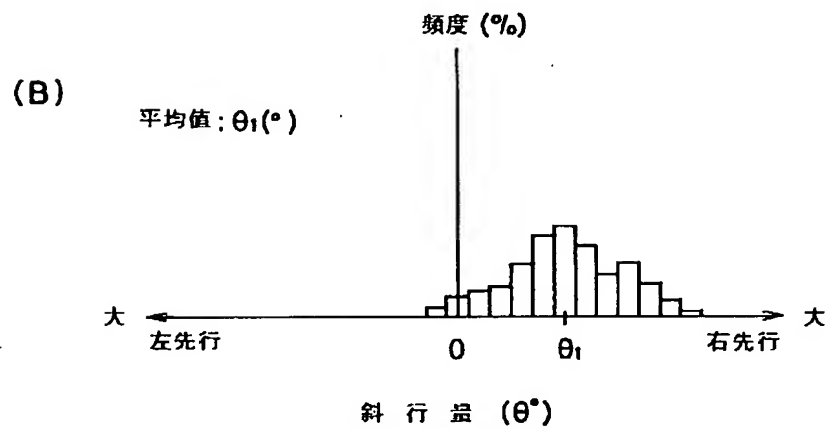
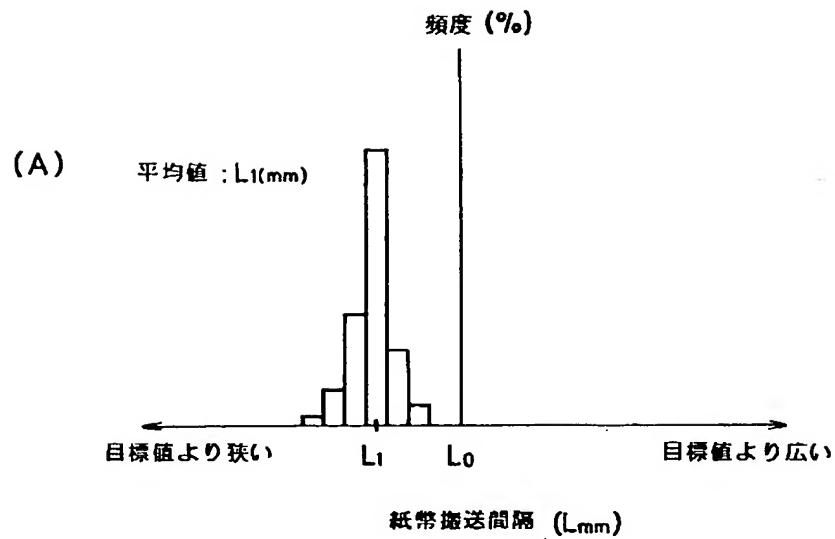
紙幣間隔、斜行量および出力信号の関係を示す図

【図4】



通過紙幣の紙幣間隔と斜行量を統計処理したヒストグラム

【図5】



通過紙幣の紙帯間隔と斜行量を統計処理したヒストグラム

【図6】

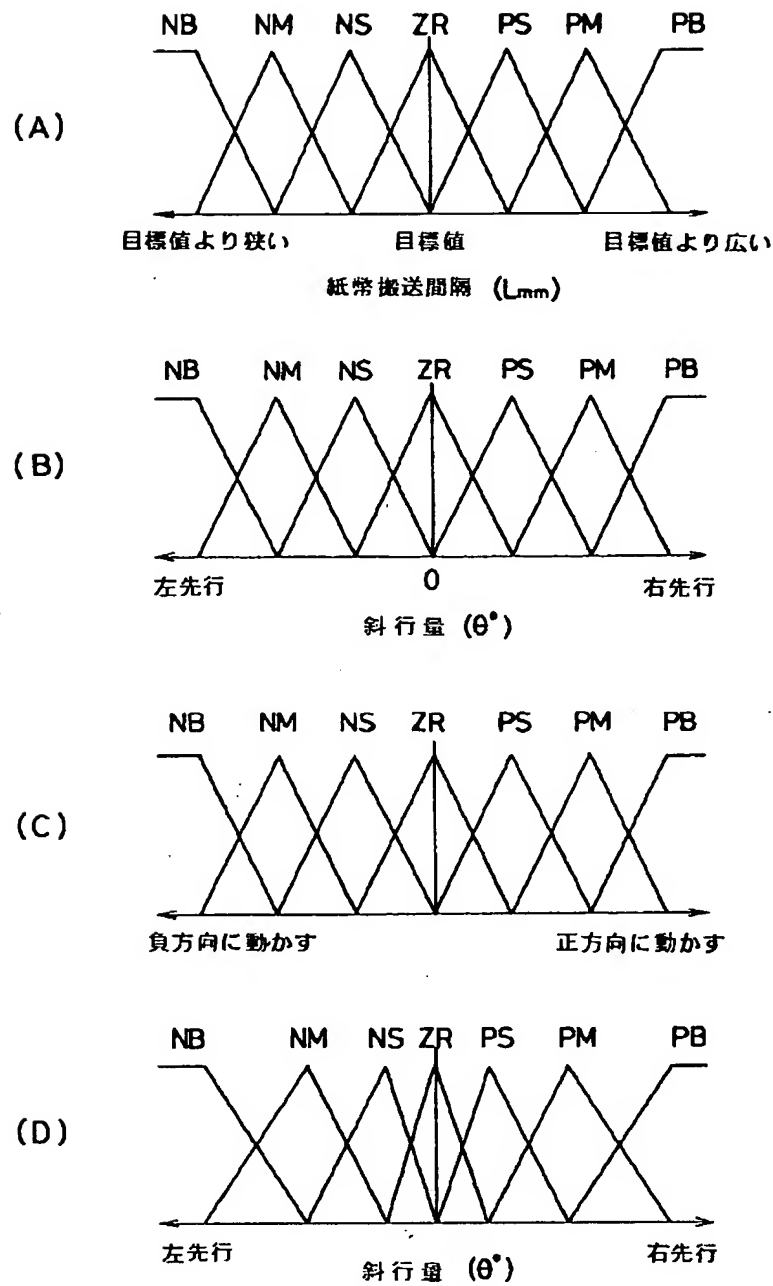


図1のファジィ演算部で用いるメンバーシップ関数

ルール (1)

(左)

		θ						
		左			右			
		1	2	3	4	5	6	7
		NB	NM	NS	ZR	PS	PM	PB
1	NB	NB			NB			ZR
2	NM		NM		NM		ZR	
3	NS			NS	NS	ZR		
4	ZR	NM	NS		ZR		PS	PM
5	PS			ZR	PS	PS		
6	PM		ZR		PM		PM	
7	PB	ZR			PB			PB

(A)

(右)

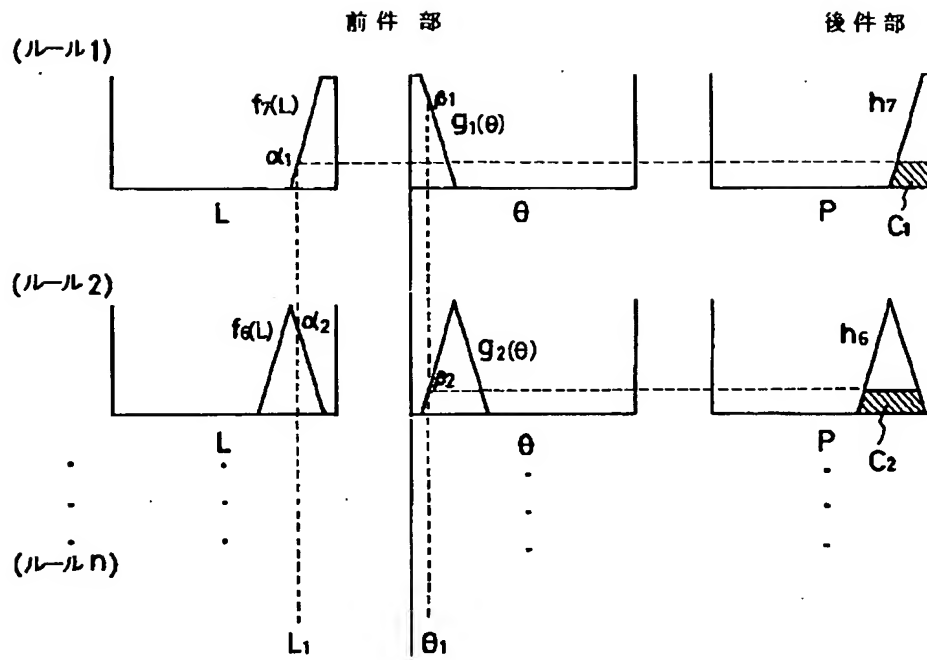
		θ						
		左			右			
		1	2	3	4	5	6	7
		NB	NM	NS	ZR	PS	PM	PB
1	NB	ZR			NB			NB
2	NM		ZR		NM		NM	
3	NS			ZR	NS	NS		
4	ZR	PM	PS		ZR		NS	NM
5	PS			PS	PS	ZR		
6	PM		PM		PM		ZR	
7	PB	PB			PB			ZR

(B)

【図7】

ファジィルールを表形式で示した図

【図8】



ファジィ推論方法を説明するための図